

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark
Office
(Box PCT)
Crystal Plaza 2
Washington, DC 20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 29 January 1999 (29.01.99)	
International application No. PCT/DE98/01449	Applicant's or agent's file reference 97/982 PCT
International filing date (day/month/year) 27 May 1998 (27.05.98)	Priority date (day/month/year) 03 June 1997 (03.06.97)
Applicant JÜRGENSEN, Heinrich	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
21 December 1998 (21.12.98)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer Yolaine CUSSAC</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	--

Translation

gp

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

5

Applicant's or agent's file reference 97/982 PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE98/01449	International filing date (day/month/year) 27 May 1998 (27.05.1998)	Priority date (day/month/year) 03 June 1997 (03.06.1997)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01S 3/06		
Applicant HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet. <input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of _____ sheets.
3. This report contains indications relating to the following items: I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 21 December 1998 (21.12.1998)	Date of completion of this report 04 March 1999 (04.03.1999)
Name and mailing address of the IPEA/EP European Patent Office D-80298 Munich, Germany Facsimile No. 49-89-2399-4465	Authorized officer Telephone No. 49-89-2399-0

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/01449

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-3, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages _____, filed with the letter of _____,
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-8, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. _____, filed with the letter of _____,
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/01449

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1 - 8	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1 - 8	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1 - 8	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. Claims 1 and 5:

The problem to be solved by the invention according to Claims 1 and 5 is to define a simple method and a simple device for reducing the pumped light at the output of a fibre laser comprising a laser fibre surrounded by a pumped fibre.

This problem is solved by means of the characterizing features of Claims 1 and 5.

The combination of features of Claims 1 and 5 is not to be found in any single prior art document, nor is a person skilled in the art led to a combination of features by several known documents. Consequently, a person skilled in the art is not prompted to develop the subjects of Claims 1 and 5 from the available prior art without exercising inventive skill.

.../...

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 98/01449

(Continuation of V.2)

2. Claims 2 - 4, 6 - 8:

These claims are dependent on Claims 1 and 5 and therefore they, too, comply with the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/01449

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The features of the claims are not followed by reference signs placed between parentheses (PCT Rule 6.2(b)).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/01449

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. Claim 5 is not clear, because the expression "the last portion of the pump fibre" is not clear. This expression should be replaced by the expression "the last portion of the pump fibre before the outlet of the laser light".

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 08 MAR 1999

WIPO PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 97/982 PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/01449	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 27/05/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 03/06/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01S3/06		
Anmelder HEIDELBERDER DRUCKMASCHINEN AG et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 21/12/1998	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 04.03.99
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. (+49-89) 2399-0 Tx: 523656 epmu d Fax: (+49-89) 2399-4465	Bevollmächtigter Bediensteter Pazonis, G Tel. Nr. (+49-89) 2399 2558 

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-3 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-8 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Anspruch	1-8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

V.2.

1. Ansprüche 1,5:

Die Aufgabe der Erfindung gemäß der Ansprüche 1 und 5 ist ein einfaches Verfahren zur Reduktion des Pumplichtes am Austritt eines Fiberlasers, der aus einer Laserfaser und einer sie umgebenden Pumpfaser besteht, sowie eine einfache entsprechende Anordnung zu definieren.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 5 gelöst.

Die Kombination der Merkmale der Ansprüche 1 und 5 ist dem verfügbaren Stand der Technik, weder aus einem einzelnen Dokument zu entnehmen, noch wird der Fachmann zu einer Merkmalskombination mit Hilfe mehrerer bekannter Dokumente hingeführt. Demzufolge hat der Fachmann keine Veranlassung den Gegenstand von Ansprüche 1 und 5 ohne erfinderische Tätigkeit aus dem verfügbaren Stand der Technik zu entwickeln.

2. Ansprüche 2-4, 6-8:

Diese Ansprüche sind abhängig von Ansprüche 1 und 5 und erfüllen damit auch die Erfordernisse von Art. 33(2) und (3) PCT.

VII.

1. Die Merkmale der Ansprüche sind nicht mit in Klammern gesetzten Bezugszeichen versehen worden (Regel 6.2 b) PCT).

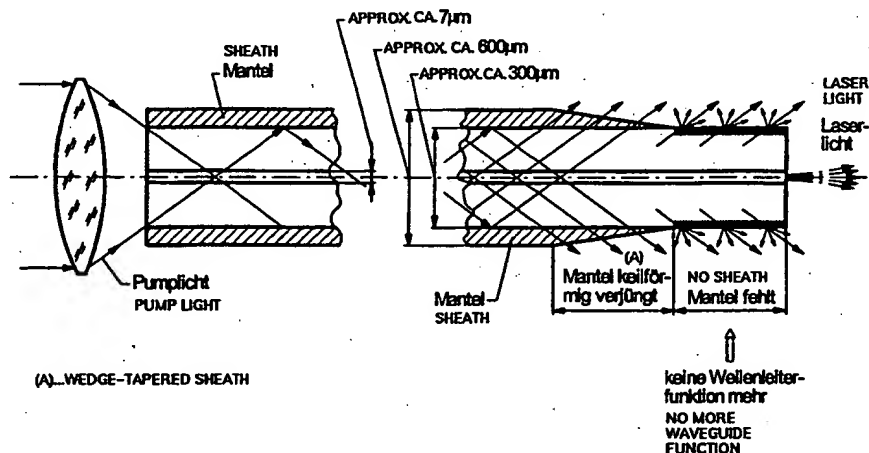
VIII.

1. Anspruch 5 ist nicht klar, weil der Ausdruck "das letzte Stück der Pumpfiber" nicht klar ist. Dieser Ausdruck sollte mit dem Ausdruck "das letzte Stück der Pumpfiber vor dem Lichtaustritt des Laserlichts" ersetzt werden.

<p>(51) Internati nale Patentklassifikati n 6 : H01S 3/06, 3/094</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internati nale Veröffentlichungsnummer: WO 98/56083</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Dezember 1998 (10.12.98)</p>
<p>(21) Internati nales Aktenzeichen: PCT/DE98/01449</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Mai 1998 (27.05.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 23 267.1 3. Juni 1997 (03.06.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HEI- DELBERGER DRUCKMASCHINEN AG [DE/DE]; Kurfürsten-Anlage 52-60, D-69115 Heidelberg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÜRGENSEN, Heinrich [DE/DE]; Dutschfeldredder 22, D-24223 Raisdorf (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: HEIDELBERGER DRUCK- MASCHINEN AG; Leufer, Haus, Günter, TPT-R4, Siemenswall, D-24107 Kiel (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REDUCING THE PUMP LIGHT IN A SHEAT-PUMPED FIBER LASER OUTPUT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR REDUZIERUNG DES PUMPLICHTES AM AUSTRITT EINES MAN-
TELGEPUMPTEN FIBERLASERS



(57) Abstract

The pump fiber is stripped of the final part of its jacket. This operation can be carried out by etching off the coating. Preferably, the jacket is etched off in the form of a wedge. This enables the remaining pump output to be transferred to the surrounding area. The amount of vagrant pump light still flowing to the fiber output via the fiber core can be controlled along the entire length of the fiber whose protective coating has been fully removed.

(57) Zusammenfassung

Die Pumpfaser wird auf dem letzten Stück von ihrem Mantel befreit. Das kann durch Abätzen der Beschichtung geschehen. Vorzugsweise wird der Mantel keilförmig abgeätzt. Dadurch wird die verbliebene Pumpleistung in die Umgebung abgeführt. Über die Länge der völlig vom Schutzmantel befreiten Faser kann kontrolliert werden, wieviel vagabundierendes Pumplicht noch über den Faserkern zum Faseraustritt gelangt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR REDUZIERUNG DES PUMPLICHTES AM AUSTRITT EINES MANTELGEPUMPPTEN FIBERLASERS

Bei einem Fiberlaser besteht der Resonator aus einer speziellen Fiber, die im inneren Kern eine Single Mode Fiber enthält, die auf den zu erzielenden Wellenlängenbereich des Lasers dimensionsmäßig und materialmäßig abgestimmt ist und deren Durchmesser im Bereich von einigen μm liegt. Diese „Laserfiber“ ist umgeben von einer „Pumpfiber“ von einigen hundert μm im Durchmesser, in die das Pumplicht eingekoppelt wird. Die „Laserfiber“ ist also in den Kern der Pumpfiber eingebettet. Umgeben ist die Pumpfiber von einem Mantel aus Material mit einem anderen Brechungsindex, der die Führung des Pumplichts in der Pumpfaser garantiert, wie das aus der Lichtwellenleitertechnik bekannt ist. Der Kern der Pumpfiber kann einen runden, aber auch davon abweichenden, z.B. rechteckigen oder quadratischen Querschnitt haben, um eine besonders gute Anpassung an die Pumpquelle (Laserdiode) zu ermöglichen.

Der Pumpmechanismus kommt dadurch zustande, daß das Pumplicht die Laserfiber anregt. Dadurch wird die Pumpenergie über die Länge der Fiber mehr und mehr verbraucht, und zwar wird von der Pumpquelle beginnend, der Energieinhalt der Pumpfiber zum Ende, d. h. zum Laseraustritt hin, etwa exponentiell abfallen. Mit Fiberlasern erhält man optische Wirkungsgrade von über 50 %. Dazu sind Fiberlängen von ca. 50 m erforderlich. Bis zum Ende der Fiber sind bis zu 90 % des Pumplichtes verbraucht. Wegen des exponentiellen Verbrauchs der Pumpleistung ist es aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll, die Pumpfiber noch länger zu machen, d. h. ca. 10% des Pumplichts tritt aus der Pumpfaser aus und ist dem Laserlicht aus dem inneren Kern der Faser überlagert, dabei tritt das Laserlicht als schlankes, beugungsbegrenztes Bündel aus der Fiber aus, während das Pumplicht einen sehr großen Öffnungswinkel hat.

Die Wellenlänge der Pumpquelle eines bekannten Fiberlasers liegt bei 900 nm, die Wellenlänge des zugehörigen Lasers bei 1100 nm. Die Pumpleistung dieses La-

sers beträgt 20 W, die Laserleistung etwa 10 W. Dem Laserlicht sind etwa 2 W Pumpleistung überlagert.

Bei Anwendungen, die auf eine präzise Laserleistung in der Größenordnung von einem Prozent Wert legen, wie dies z. B. in der Reprografie erforderlich ist, führt die Anwesenheit des Pumplichtes zu erheblichen Problemen, da es wegen der anderen Apertur nicht dem Strahlengang des Laserlichtes folgt. Damit kommt es zu erheblichen Meßfehlern in den Sensoren durch Streulicht, das das Pumplicht verursacht. Ebenfalls kommt es in empfindlichen Anordnungen zu unzulässiger Erwärmung durch das Pumplicht.

Zwar könnte man durch ein steiles Kantenfilter das Pumplicht von dem Laserlicht trennen, aber bei den hohen Leistungsdichten werden die Filter leicht zerstört. Das führt zu räumlich großer Bauweise und teuren Filtern. Ebenso wäre es denkbar, mit geeigneten Blenden das Pumplichtes abzufangen. Das Problem dabei ist, daß entweder die Blenden so groß gemacht werden müssen, daß sie auch Pumplicht durchlassen oder es besteht die Gefahr, daß die Blenden bei geringer Dejustierung verbrennen.

Aufgabe der Erfindung ist, eine einfaches Verfahren und eine einfache Anordnung zu finden, wodurch das verbleibende Pumplicht gar nicht erst bis zum Ende der Fiber kommen läßt, sondern schon vorher völlig abfängt, so daß eine Verringerung des austretenden Pumplichts um mindestens den Faktor Hundert erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2-8 beschrieben. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figur beschrieben.

In der Figur ist eine Pumpfiber dargestellt, die aus zeichentechnischen Gründen in zwei geschnittenen Stücken gezeichnet ist. An einem Ende der Fiber, dem linken Ende in der Zeichnung wird das Pumplicht über eine Fokussierungsoptik eingespeist. Die Fiber möge einen Kerndurchmesser von ca. 70 μm , einen Innendurch-

messer von ca. 300 μm und einen Außendurchmesser von ca. 600 μm haben. Das Pumplicht wird durch Totalreflexion an der Innenwand des Wellenleiters geführt, was durch die mit Pfeilen versehenen Lichtstrahlen dargestellt ist. Erfindungsge-
mäß wird die Pumpfaser auf dem letzten Stück, d.h. im rechten Teil der Zeichnung
5 (z.B. auf den letzten 50 cm) von ihrem Mantel befreit. Das kann durch Abätzen der Beschichtung geschehen. Vorzugsweise wird der Mantel keilförmig abgätzt, so daß er, beginnend auf dem der Pumpquelle zugewendeten Ende über z. B. 40 cm verjüngt wird und dann für weitere 10 cm völlig entfernt wird. Dadurch wird die ver-
bliebene Pumpleistung von ca. 2 W über die Strecke von 40 cm kontinuierlich in
10 die Umgebung abgeführt. Üblicherweise ist die Pumpfaser von einer Schutzhülle aus zugfestem Material, z. B. Kevlar-Fasern umgeben, die wiederum von einer Metallhülle umgeben ist. Über die Länge der keilförmigen Strecke kann damit der Wärmeübergang in die Schutzhülle gesteuert werden, damit keine Überhitzung auftritt. Über die Länge der völlig vom Schutzmantel befreiten Faser kann kon-
15 trolliert werden, wieviel vagabundierendes Pumplicht noch über den Faserkern zum Faseraustritt gelangt. Für die meisten Anwendungen wird eine Strecke von 10 cm völlig ausreichend sein. Um Reflexionen am Faserende zu vermeiden kann das Faserende zusätzlich noch aufgeraut werden. Dies kann durch Anschleifen oder zusätzliches Ätzen erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion des Pumplichtes am Austritt eines Fiberlasers, der aus einer Laserfiber und einer sie umgebenden Pumpfiber besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpfiber auf dem letzten Stück vor dem Lichtaustritt des Laserlichts ganz oder teilweise von ihrem Mantel befreit wird oder so hergestellt wird, daß das letzten Stück der Pumpfiber nicht oder nur teilweise ummantelt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel so entfernt wird, daß der Durchmesser des Mantels keilförmig zum Ende der Faser hin abnimmt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ende der Faser hin ein Bereich der Faser völlig vom Mantel befreit wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel der Faser durch Ätzen entfernt wird.
5. Anordnung zur Reduktion des Pumplichts am Austritt eines Fiberlasers, der aus einer Laserfiber und einer sie umgebenden Pumpfiber besteht, dadurch gekennzeichnet, daß das letzte Stück der Pumpfiber nicht oder nur teilweise ummantelt ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Mantels keilförmig zum Ende der Faser hin abnimmt.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ende der Faser hin ein Bereich der Faser völlig vom Mantel befreit ist.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Mantel befreite Faserende aufgeraut ist.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01S3/06 H01S3/094

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WEBER T ET AL: "Cladding-pumped fiber laser" IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, FEB. 1995, USA, Bd. 31, Nr. 2, Seiten 326-329, XP000489756 ISSN 0018-9197 siehe Abschnitt II: Abbildung 1 ---	1,5
A	US 4 829 529 A (KAFKA JAMES D) 9. Mai 1989 siehe Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 3, Zeile 46: Abbildungen ---	1.5
A	EP 0 497 140 A (SEL ALCATEL AG) 5. August 1992 siehe Zusammenfassung ---	1,5
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie: ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/11/1998

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040 Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Iasevoli, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/01449

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>PERERA W L R ET AL: "Down-tapered double-clad fibre for diode array pumped lasers and amplifiers"</p> <p>ACOFT '95, 20TH AUSTRALIAN CONFERENCE ON OPTICAL FIBRE TECHNOLOGY (ACOFT '95). PROCEEDINGS, COOLUM BEACH, QLD., AUSTRALIA, 3-6 DEC. 1995. Seiten 216-219, XP002081952</p> <p>ISBN 0-909394-39-3, 1995, Milsons Point, NSW, Australia, IREE Soc. Australia</p> <p>siehe das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	

INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/01449

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4829529	A	09-05-1989	KEINE		
EP 0497140	A	05-08-1992	DE	4102648 A	06-08-1992
			AU	640073 B	12-08-1993
			AU	1037492 A	06-08-1992
			CA	2060287 A	31-07-1992
			DE	59200103 D	11-05-1994
			ES	2055621 T	16-08-1994
			JP	4303980 A	27-10-1992

Verfahren und Anordnung zur Reduzierung des Pumplichtes am Austritt eines Fiberlasers.

Bei einem Fiberlaser besteht der Resonator aus einer speziellen Fiber, die im inneren Kern eine Single Mode Fiber enthält, die auf den zu erzielenden Wellenlängenbereich des Lasers dimensionsmäßig und materialmäßig abgestimmt ist und deren Durchmesser im Bereich von einigen μm liegt. Diese „Laserfiber“ ist umgeben von einer „Pumpfiber“ von einigen hundert μm im Durchmesser, in die das Pumplicht eingekoppelt wird. Die „Laserfiber“ ist also in den Kern der Pumpfiber eingebettet. Umgeben ist die Pumpfiber von einem Mantel aus Material mit einem anderen Brechungsindex, der die Führung des Pumplichts in der Pumpfaser garantiert, wie das aus der Lichtwellenleitertechnik bekannt ist. Der Kern der Pumpfiber kann einen runden, aber auch davon abweichenden, z.B. rechteckigen oder quadratischen Querschnitt haben, um eine besonders gute Anpassung an die Pumpquelle (Laserdiode) zu ermöglichen.

Der Pumpmechanismus kommt dadurch zustande, daß das Pumplicht die Laserfiber anregt. Dadurch wird die Pumpenergie über die Länge der Fiber mehr und mehr verbraucht, und zwar wird von der Pumpquelle beginnend, der Energieinhalt der Pumpfiber zum Ende, d. h. zum Laseraustritt hin, etwa exponentiell abfallen. Mit Fiberlasern erhält man optische Wirkungsgrade von über 50 %. Dazu sind Fiberlängen von ca. 50 m erforderlich. Bis zum Ende der Fiber sind bis zu 90 % des Pumplichtes verbraucht. Wegen des exponentiellen Verbrauchs der Pumpleistung ist es aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll, die Pumpfiber noch länger zu machen, d. h. ca. 10% des Pumplichts tritt aus der Pumpfaser aus und ist dem Laserlicht aus dem inneren Kern der Faser überlagert, dabei tritt das Laserlicht als schlankes, beugungsbegrenztes Bündel aus der Fiber aus, während das Pumplicht einen sehr großen Öffnungswinkel hat,

Die Wellenlänge der Pumpquelle eines bekannten Fiberlasers liegt bei 900 nm, die Wellenlänge des zugehörigen Lasers bei 1100 nm. Die Pumpleistung dieses La-

sers beträgt 20 W, die Laserleistung etwa 10 W. Dem Laserlicht sind etwa 2 W Pumpleistung überlagert.

Bei Anwendungen, die auf eine präzise Laserleistung in der Größenordnung von einem Prozent Wert legen, wie dies z. B. in der Reprografie erforderlich ist, führt die Anwesenheit des Pumplichtes zu erheblichen Problemen, da es wegen der anderen Apertur nicht dem Strahlengang des Laserlichtes folgt. Damit kommt es zu erheblichen Meßfehlern in den Sensoren durch Streulicht, das das Pumplicht verursacht. Ebenfalls kommt es in empfindlichen Anordnungen zu unzulässiger Erwärmung durch das Pumplicht.

Zwar könnte man durch ein steiles Kantenfilter das Pumplicht von dem Laserlicht trennen, aber bei den hohen Leistungsdichten werden die Filter leicht zerstört. Das führt zu räumlich großer Bauweise und teuren Filtern. Ebenso wäre es denkbar, mit geeigneten Blenden das Pumplichtes abzufangen. Das Problem dabei ist, daß entweder die Blenden so groß gemacht werden müssen, daß sie auch Pumplicht durchlassen oder es besteht die Gefahr, daß die Blenden bei geringer Dejustierung verbrennen.

Aufgabe der Erfindung ist, eine einfaches Verfahren und eine einfache Anordnung zu finden, wodurch das verbleibende Pumplicht gar nicht erst bis zum Ende der Fiber kommen läßt, sondern schon vorher völlig abfängt, so daß eine Verringerung des austretenden Pumplichts um mindestens den Faktor Hundert erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2-8 beschrieben. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figur beschrieben.

In der Figur ist eine Pumpfiber dargestellt, die aus zeichentechnischen Gründen in zwei geschnittenen Stücken gezeichnet ist. An einem Ende der Fiber, dem linken Ende in der Zeichnung wird das Pumplicht über eine Fokussierungsoptik eingespeist. Die Fiber möge einen Kerndurchmesser von ca. 70 μm , einen Innendurch-

messer von ca. 300 μm und einen Außendurchmesser von ca. 600 μm haben. Das Pumplicht wird durch Totalreflexion an der Innenwand des Wellenleiters geführt, was durch die mit Pfeilen versehenen Lichtstrahlen dargestellt ist. Erfindungsgemäß wird die Pumpfaser auf dem letzten Stück, d.h. im rechten Teil der Zeichnung (z.B. auf den letzten 50 cm) von ihrem Mantel befreit. Das kann durch Abätzen der Beschichtung geschehen. Vorzugsweise wird der Mantel keilförmig abgätzt, so daß er, beginnend auf dem der Pumpquelle zugewendeten Ende über z. B. 40 cm verjüngt wird und dann für weitere 10 cm völlig entfernt wird. Dadurch wird die verbliebene Pumpleistung von ca. 2 W über die Strecke von 40 cm kontinuierlich in die Umgebung abgeführt. Üblicherweise ist die Pumpfaser von einer Schutzhülle aus zugfestem Material, z. B. Kevlar-Fasern umgeben, die wiederum von einer Metallhülle umgeben ist. Über die Länge der keilförmigen Strecke kann damit der Wärmeübergang in die Schutzhülle gesteuert werden, damit keine Überhitzung auftritt. Über die Länge der völlig vom Schutzmantel befreiten Faser kann kontrolliert werden, wieviel vagabundierendes Pumplicht noch über den Faserkern zum Faseraustritt gelangt. Für die meisten Anwendungen wird eine Strecke von 10 cm völlig ausreichend sein. Um Reflexionen am Faserende zu vermeiden kann das Faserende zusätzlich noch aufgerauht werden. Dies kann durch Anschleifen oder zusätzliches Ätzen erfolgen.

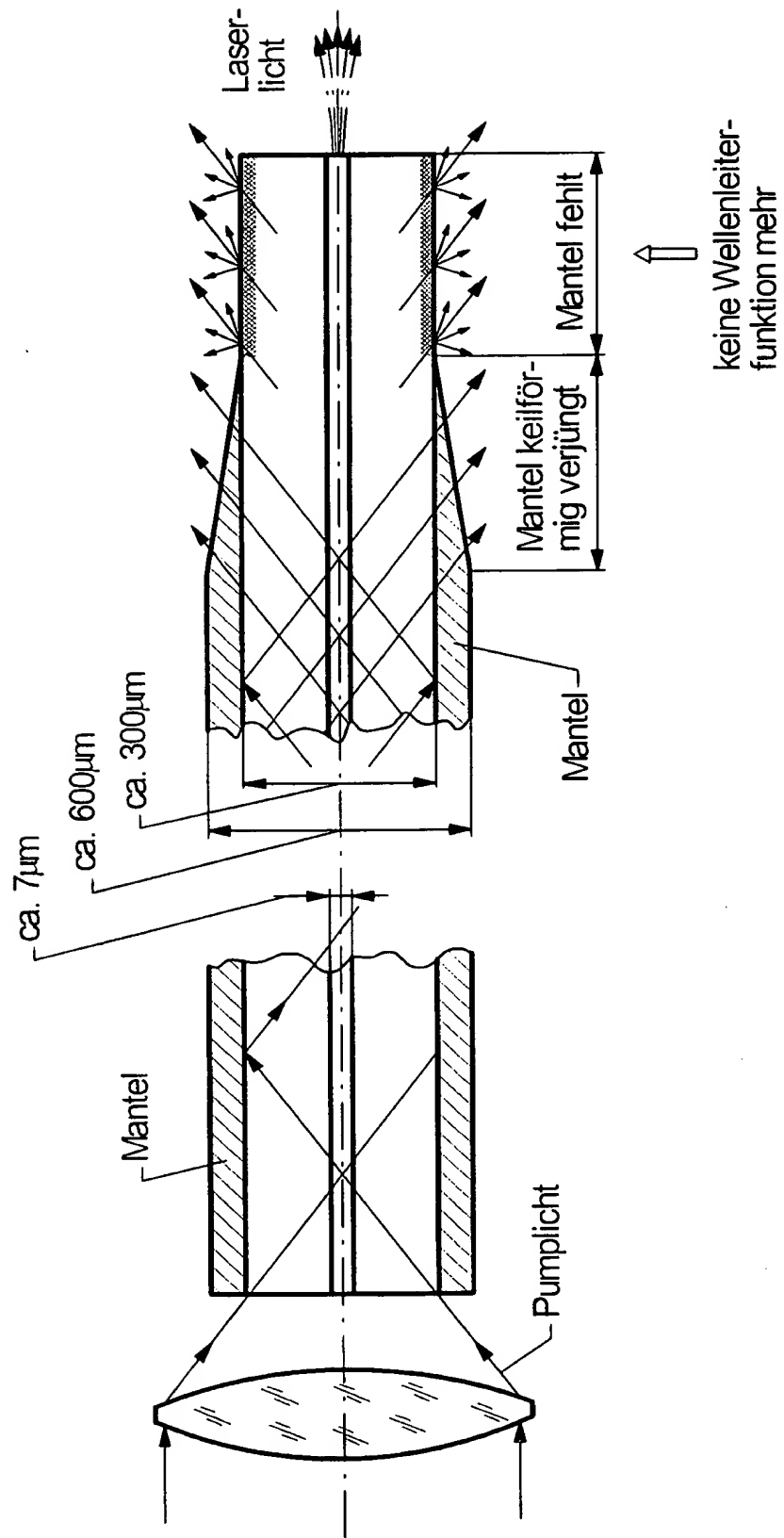
Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion des Pumplichtes am Austritt eines Fiberlasers, der aus einer Laserfaser und einer sie umgebenden Pumpfaser besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpfaser auf dem letzten Stück vor dem Lichtaustritt des Laserlichts ganz oder teilweise von ihrem Mantel befreit wird oder so hergestellt wird, daß das letzten Stück der Pumpfaser nicht oder nur teilweise ummantelt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel so entfernt wird, daß der Durchmesser des Mantels keilförmig zum Ende der Faser hin abnimmt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ende der Faser hin ein Bereich der Faser völlig vom Mantel befreit wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel der Faser durch Ätzen entfernt wird.
5. Anordnung zur Reduktion des Pumplichts am Austritt eines Fiberlasers, der aus einer Laserfaser und einer sie umgebenden Pumpfaser besteht, dadurch gekennzeichnet, daß das letzte Stück der Pumpfaser nicht oder nur teilweise ummantelt ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Mantels keilförmig zum Ende der Faser hin abnimmt.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ende der Faser hin ein Bereich der Faser völlig vom Mantel befreit ist.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Mantel befreite Faserende aufgeraut ist.

Zusammenfassung

Die Pumpfiber wird auf dem letzten Stück von ihrem Mantel befreit. Das kann durch Abätzen der Beschichtung geschehen. Vorzugsweise wird der Mantel keilförmig abgeätzt. Dadurch wird die verbliebene Pumpleistung in die Umgebung abgeführt. Über die Länge der völlig vom Schutzmantel befreiten Faser kann kontrolliert werden, wieviel vagabundierendes Pumplicht noch über den Faserkern zum Faseraustritt gelangt.

1 / 1



Figur